

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Katsumi FUJIMOTO Serial No.: Currently unknown Filing Date: Concurrently herewith For: VIBRATING GYROSCOPE AND ANGULAR VELOCITY SENSOR	
---	--

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS**

Mail Stop PATENT APPLICATION  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of each of Japanese Patent Application No. **2002-312408** filed **October 28, 2002**, from which priority is claimed under 35 U.S.C. 119 and Rule 55b. Acknowledgement of the priority document is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

Date: September 12, 2003

  
Attorneys for Applicant(s)  
Joseph R. Keating  
Registration No. 37,368

Christopher A. Bennett  
Registration No. 46,710

KEATING & BENNETT LLP  
10400 Eaton Place, Suite 312  
Fairfax, VA 22030  
Telephone: (703) 385-5200

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 0 月 2 8 日  
Date of Application:

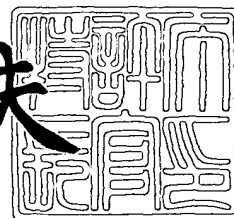
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 3 1 2 4 0 8  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 3 1 2 4 0 8 ]

出    願    人            株式会社村田製作所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   8 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 5 7 8 6



【書類名】 特許願

【整理番号】 02-0014

【提出日】 平成14年10月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01C 19/56  
G01P 9/04

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号  
株式会社 村田製作所 内

【氏名】 藤本 克己

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社 村田製作所

【代表者】 村田 泰隆

【代理人】

【識別番号】 100092554

【弁理士】

【氏名又は名称】 町田 袈裟治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012140

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004884

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 振動ジャイロ及び角速度センサー

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 長手方向の両端部がそれぞれ中間部材を介して厚み方向に固定された一対の矩形板状の振動体からなり、全体的には前記振動体の厚み方向への両端開放の 2 次屈曲振動が可能な構成として支持された振動子と、前記振動体のそれぞれを互いに逆方向へと座屈振動させる駆動手段と、前記振動子の 2 次屈曲振動の大きさを検出する検出手段とを具備しており、前記 2 次屈曲振動の共振周波数は前記座屈振動の周波数と近接させられていることを特徴とする振動ジャイロ。

【請求項 2】 前記振動子の長手方向に沿っては前記 2 次屈曲振動の 3 つのノード点が存在しており、前記振動子は前記ノード点のうちの両端側の 2 つでもって支持されていることを特徴とする請求項 1 に記載の振動ジャイロ。

【請求項 3】 前記振動体はユニモルフ構造であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の振動ジャイロ。


【請求項 4】 前記振動体はバイモルフ構造であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の振動ジャイロ。

【請求項 5】 前記振動体それぞれの外表面上には互いに対向して電極が形成されており、これらの電極を通じて前記 2 次屈曲振動の大きさが検出される構成であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載の振動ジャイロ。

【請求項 6】 前記振動体のうちの一方側の外表面上には一対の電極が長手方向の一端側と他端側とに離間して形成されており、これらの電極を通じて前記 2 次屈曲振動の大きさが検出される構成であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載の振動ジャイロ。

【請求項 7】 前記振動体それぞれの外表面上には互いに対向して電極が形成されており、その一方側の電極を通じて前記 2 次屈曲振動の大きさが検出される構成であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載の振動ジャイロ。

【請求項 8】 3 つの振動ジャイロが同一の平面上に配設されてなる角速度セ



ンサーであって、

前記平面と直交する垂直軸を回転軸とする回転角速度を検出する振動ジャイロは請求項 1 ～ 請求項 7 のいずれかに記載したものであることを特徴とする角速度センサー。

**【発明の詳細な説明】**

**【 0 0 0 1 】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は振動ジャイロ及び角速度センサーにかかり、詳しくは、低背化が可能な振動ジャイロの構造と、この振動ジャイロを備えてなる角速度センサーの構造とに関する。

**【 0 0 0 2 】**

**【従来の技術】**

従来から、自動車におけるナビゲーションシステムや車体制御システムでは、自動車のヨーイング方向、つまり、車体旋回方向を確認する必要があるため、走行面（地面）と直交する垂直軸を中心とした回転角速度を検出することが行われる。そして、回転角速度を検出する場合には振動ジャイロを備えた角速度センサーが利用されており、このような振動ジャイロとしては、音片型や音叉型といわれる振動子を具備したものが一般的である（例えば、特許文献 1 や特許文献 2 を参照）。

**【 0 0 0 3 】**

また、回転角速度を検出する振動ジャイロを備えて構成された角速度センサーは、ビデオカメラの手振れを補正するためにも利用されており、この際における振動ジャイロによっては、CCD 面と平行な面上で直交しあう 2 軸のそれぞれを中心とした回転角速度が検出されることになっている。

**【 0 0 0 4 】**

**【特許文献 1】**

特開平 8 - 2 9 2 0 3 3 号公報

**【特許文献 2】**

特開平 1 0 - 3 0 7 0 2 9 号公報

**【 0 0 0 5 】****【発明が解決しようとする課題】**

ところで、前記従来の形態にかかる角速度センサーは自動車の内部で走行面と平行となるように配置されるのが一般的であり、そのため、振動ジャイロを搭載する実装基板も走行面と平行な状態で配置されている。一方、振動ジャイロが具備している音片型や音叉型といわれる振動子は、その長手方向と一致する軸（検出軸）を中心として作用する回転角速度を検出することが可能となっている。

**【 0 0 0 6 】**

従って、走行面と平行な状態で配置された実装基板に対して従来の振動ジャイロを搭載する場合は、振動子の長手方向が実装基板の垂直方向と合致するようにして搭載することが必要となる。ところが、このような構成とした際には、全長の長い振動子を具備した振動ジャイロのみが他の部品よりも実装基板の上方まで突出してしまうという不都合が生じる。なお、この時、振動子の長手方向に沿う全長を短くすることも考えられるが、振動子の全長を短くすると、共振周波数が上昇して感度及び  $S/N$  が劣化するため、回転角速度を精度よく検出することができなくなる。

**【 0 0 0 7 】**

また、従来の振動ジャイロを利用してビデオカメラの手振れ補正を行うに際しても、メイン基板の搭載面が CCD 面と直交している場合には、振動ジャイロが具備する 1 つの振動子の長手方向をカメラ本体のメイン基板と直交する方向に一致させておく必要があるので、振動ジャイロが他の部品よりも突出してしまう。なお、この際には、振動ジャイロが搭載される基板をメイン基板とは別体とし、フレキシブル基板などを使用して配線することも考えられるが、このような構成としたのでは、部品点数が増加して複雑化する結果、コストアップを招くことが避けられない。

**【 0 0 0 8 】**

本発明はこれらの不都合に鑑みて創案されたものであって、低背化を実現することが可能な構成とされた振動ジャイロの提供と、この振動ジャイロを備えてなる角速度センサーの提供とを目的としている。

## 【 0 0 0 9 】

## 【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明にかかる振動ジャイロは、長手方向の両端部がそれぞれ中間部材を介して厚み方向に固定された一対の矩形板状の振動体からなり、全体的には前記振動体の厚み方向への両端開放の 2 次屈曲振動が可能な構成として支持された振動子と、前記振動体のそれぞれを互いに逆方向へと座屈振動させる駆動手段と、前記振動子の 2 次屈曲振動の大きさを検出する検出手段とを具備しており、前記 2 次屈曲振動の共振周波数は前記座屈振動の周波数と近接させられていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 0 】

請求項 2 の発明にかかる振動ジャイロは請求項 1 に記載したものであって、前記振動子の長手方向に沿っては前記 2 次屈曲振動の 3 つのノード点が存在しており、前記振動子は前記ノード点のうちの両端側の 2 つでもって支持されていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 1 】

請求項 3 の発明にかかる振動ジャイロは請求項 1 または請求項 2 に記載したものであり、前記振動体はユニモルフ構造であることを特徴としている。

## 【 0 0 1 2 】

請求項 4 の発明にかかる振動ジャイロは請求項 1 または請求項 2 に記載したものであり、前記振動体はバイモルフ構造であることを特徴としている。

## 【 0 0 1 3 】

請求項 5 の発明にかかる振動ジャイロは請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載したものであって、前記振動体それぞれの外表面上には互いに対向して電極が形成されており、これらの電極を通じて前記 2 次屈曲振動の大きさが検出される構成であることを特徴とする。

## 【 0 0 1 4 】

請求項 6 の発明にかかる振動ジャイロは請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載したものであって、前記振動体のうちの一方側の外表面上には一対の電極が長手方向の一端側と他端側とに離間して形成されており、これらの電極を通じて前記

2 次屈曲振動の大きさが検出される構成であることを特徴とする。

【0 0 1 5】

請求項 7 の発明にかかる振動ジャイロは請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載したものであって、前記振動体のうちの一方側の外表面上には一对の電極が長手方向の一端側と他端側とに離間して形成されており、これらの電極を通じて前記 2 次屈曲振動の大きさが検出される構成であることを特徴とする。

【0 0 1 6】

請求項 8 の発明にかかる角速度センサーは 3 つの振動ジャイロが同一の平面上に配設されてなるものであり、前記平面と直交する垂直軸を回転軸とする回転角速度を検出する振動ジャイロは請求項 1 ～請求項 7 のいずれかに記載したものであることを特徴としている。

【0 0 1 7】

【発明の実施の形態】

(実施の形態 1)

図 1 は実施の形態 1 にかかる振動ジャイロの全体構成を示す斜視図、図 2 は振動ジャイロが具備している振動子の全体構成を示す斜視図であり、図 3 は駆動検出回路をも含んだ振動ジャイロの要部構成を示す説明図である。そして、図 4 は振動ジャイロの動作を模式化して示す平面図であり、図 5 は振動子における座屈振動の共振周波数と 2 次屈曲振動の共振周波数との関係を示す説明図である。

【0 0 1 8】

また、図 6 ～図 1 0 のそれぞれは、実施の形態 1 にかかる振動ジャイロの第 1 ～第 4 の変形例構成を示す説明図である。さらにまた、図 1 1 は、実施の形態 1 にかかる振動ジャイロを備えて構成された角速度センサーの要部構成を示す説明図である。

【0 0 1 9】

実施の形態 1 にかかる振動ジャイロ 1 は、図 1 で示すように、長手方向 X の両端部が金属製の中間部材 2 を介して固定され、その中央部同士が対向しあって配置された一对の矩形板状の振動体 3 からなる振動子 4 を具備している。そして、これら振動体 3 のそれぞれは、図 2 で示すように、長手方向 X に沿う略 1 / 3 ず



つの範囲内ごとに分極方向（図中、矢印で示す）が反転させられた圧電セラミック板 5 と金属平板 6 とが対面接合されてなるユニモルフ構造を有しており、圧電セラミック板 5 の各々は振動子 4 の外側位置に配置されている。

#### 【 0 0 2 0 】

この振動子 4 を構成している振動体 3 のそれぞれは、その長手方向 X の両端部が中間部材 2 を介して固定されあつたものであり、振動子 4 の内側位置に配置された金属平板 6 の中央部間には、振動体 3 それぞれの座屈振動、つまり、その厚み方向 Y と一致したうえで互いに逆方向へと向かう各振動体 3 の座屈振動を可能とする中空部 7 が形成されている。また、この時、各振動体 3 を構成している圧電セラミック板 5 それぞれの外表面上には、駆動用電極 8 と検出用電極 9 とが長手方向 X の一端側と他端側とに離間した状態で形成されている。

#### 【 0 0 2 1 】

さらに、対向配置された一对の振動体 3 からなる振動子 4 は、その全体が各振動体 3 の厚み方向 Y への両端開放の 2 次屈曲振動が可能な構成とされており、具体的には、長手方向 X に沿って存在する 2 次屈曲振動の 3 つのノード点のうちの両端部に位置するノード点付近それぞれが、導電性及びバネ性を有する一对ずつ合計 4 つの支持部材 1 0 でもって支持されている。そして、この時、2 次屈曲振動の共振周波数は、座屈振動の周波数と近接させられている。

#### 【 0 0 2 2 】

すなわち、この際における振動子 4 は各振動体 3 の短手方向 Z、つまり、中空部 7 内を貫通する軸と一致している方向が実装基板 1 1 の表面と直交する向きとなるようにし、かつ、その下側端縁が実装基板 1 1 の表面から少し浮き上がった状態となるようにしたうえで各支持部材 1 0 により支持されている。なお、これらの支持部材 1 0 は駆動用電極 8 及び検出用電極 9 と駆動手段及び検出手段（後述する）との接続用を兼ねたものであり、ただ単に振動子 4 の両端部を挟持して導通しただけの状態、あるいは、半田や導電性接着剤などを使用して接合されたうえで導通した状態のいずれであってもよい。

#### 【 0 0 2 3 】

さらにまた、実装基板 1 1 の表面上には、図 3 で回路構成を示すように、振動

子4の駆動手段として振動体3の各々を逆向きに座屈振動させる和動回路12及びオートマチックゲインコントロール（AGC）回路13と、2次屈曲振動の大きさを検出するための検出手段として機能する差動回路14、検波回路15、直流（DC）アンプ16とが配設されている。そして、駆動手段であるAGC回路13は各振動体3の駆動用電極8と接続されて自励振回路を構成する一方、和動回路12及び差動回路14のそれぞれは対向配置された振動体3それぞれの検出用電極9と各別に接続されており、DCアンプ16からは検出された2次屈曲振動の大きさに基づく信号が出力されることになっている。

#### 【0024】

なお、ユニモルフ構造の振動体3からなる振動子4では、中間部材2と接している振動体3それぞれの中間電極（図示省略）が常に2枚両側で同電位であるよう導通されていることが必要である。勿論、基準電位に接続しておいてもよい。

#### 【0025】

つぎに、本実施の形態にかかる振動ジャイロ1の動作及び作用を説明する。まず、上記構成とされた振動ジャイロ1では、振動子4を構成している振動体3のそれぞれが互いに逆方向へと座屈振動させられる。そして、このような状態下において、図4（a）で示すように、座屈振動している振動子4の振動体3それぞれの短手方向Zと一致する軸、例えば、振動子4の中空部7内を貫通している軸（検出軸）Lを中心とした回転角速度Mが作用すると、各振動体3の厚み方向Yへと向かう両端開放の2次屈曲振動でもって振動子4が振動し始める。

#### 【0026】

すなわち、この際にあつては、座屈振動している振動体3のそれぞれに対して回転角速度Mの作用に伴って発生したコリオリ力が現れる。そして、現れたコリオリ力は座屈振動の駆動力とは直交する向き、具体的には、振動体3それぞれの長手方向Xと平行でありながらも各振動体3ごとに逆方向となる向きでもって各振動体3に作用する。

#### 【0027】

従って、各振動体3における座屈振動のピーク点Pは、図4（b）で示すように、コリオリ力の影響でもって互いに相反する方向へと位置ずれさせられること

になり、座屈振動している振動体 4 の振動形状はコリオリ力の影響を受けて変形させられる。この時、振動子 4 の重心位置は、各振動体 3 の長手方向及び厚み方向に関してアンバランスな状態となる。そして、この振動子 4 においては、2 次屈曲振動の共振周波数と座屈振動の周波数とが近接させられているので、コリオリ力の影響を受けて変形させられた振動子 4 には、図 4 (c) で示すように、2 次屈曲振動モードの振動が励振される。

#### 【0028】

その結果、対向配置された振動体 3 それぞれの検出用電極 9 からは、座屈振動による信号と 2 次屈曲振動による信号とが出力されてくる。ところが、この際、各振動体 3 における圧電セラミック板 5 それぞれの分極方向と屈曲方向とが同じであるため、座屈振動による信号は同相となるのに対し、分極方向は同じであるものの、屈曲方向が逆向きであるため、2 次屈曲振動による信号は逆相となっている。

#### 【0029】

そこで、検出手段を構成する差動回路 14 によって各振動体 3 の検出用電極 9 から出力されてきた 2 次屈曲振動による信号の逆相成分を検出すると、その大きさ、ひいては、検出軸 L を中心とする回転角速度 M の作用に伴って現れたコリオリ力の大きさが分かる。その結果、実装基板 11 の表面と平行に配設された振動ジャイロ 1 が具備している振動子 4 を構成する振動体 3 それぞれの短手方向 Z に沿う軸、つまり、取り付け平面と直交する垂直軸を中心として作用する回転角速度 M の大きさが分かることになる。

#### 【0030】

なお、この時、駆動手段を構成している和動回路 12 では、各振動体 3 の検出用電極 9 から出力されてきた検出信号が加算される。そして、加算された検出信号は、AGC 回路 13 を通じて振動子 4 へとフィードバックされる。

#### 【0031】

ところで、本実施の形態にかかる振動子 4 における座屈振動の共振周波数と 2 次屈曲振動の共振周波数との関係は図 5 で示すようになり、この振動子 4 を構成している各振動体 3 の座屈振動モードは中空部 7 の長手方向 X に沿う長さの影響

を受けるにも拘わらず、振動子 4 そのものの 2 次屈曲振動モードは振動子 4 自体の長手方向 X に沿う長さには影響を受けないこととなっている。そこで、振動子 4 における座屈振動及び 2 次屈曲振動それぞれの共振周波数をより近接させる必要がある際には、振動子 4 の長手方向の両端部をトリミングして全長を短くし、2 次屈曲振動の共振周波数を上昇させることによって座屈振動の共振周波数と近接させることが行われる。

#### 【0032】

さらに、本実施の形態にかかる振動ジャイロ 1 が上記した構成のみに限定されず、以下に説明する第 1～第 4 のような各種の変形例構成とされたものであってもよいことは勿論である。まず、第 1 の変形例構成にかかる振動体 20 では、図 6 で示すように、振動体 3 同士の端部間に介装された中間部材 2 それぞれから導電性の支持ピン 21 を延出することとし、これを上下反転させて支持部材 10 を使用しないまま、これらの支持ピン 21 で振動子 3 を直立させる構成が採用されている。このような構成である際には、支持ピン 21 を通じて各振動体 3 の中間電極を基準電位とすることが可能になる。

#### 【0033】

なお、本実施の形態における振動体 3 それぞれの圧電セラミック板 5 では、略 1/3 ずつの範囲内ごとに分極方向を反転させるとともに、その外表面上に駆動用電極 8 及び検出用電極 9 を離間して形成することが実行されている。しかしながら、図 7 (a) で示す第 2 の変形例構成にかかる振動子 22 のように、略 1/3 ずつの範囲内ごとに分極方向が反転させられた圧電セラミック板 5 の外表面上に駆動用及び検出用である全面電極 23 を形成してもよい。

#### 【0034】

そして、図 7 (a) で示した第 2 の変形例構成とされた振動子 22 を具備してなる振動ジャイロ 1 の駆動検出回路をも含んだ要部構成は、図 8 で示すようになる。また、この場合にあっては、図 7 (b) で示すように、全体が同一の分極方向とされた圧電セラミック板 5 それぞれの外表面上における中央部のみに対し、駆動用及び検出用の全面電極 24 を形成した構成とすることも可能である。

#### 【0035】

さらに、本実施の形態にかかる振動ジャイロ 1 では、一方側の振動体 3 を励振用とし、他方側の振動体 3 を検出用とした変形例構成、例えば、図 9 で示す第 3 の変形例構成のように、振動子 25 が具備した他方側の振動体 3 を構成する圧電セラミック板 5 の全体を同一の分極方向とし、この圧電セラミック板 5 の外表面上に一对の検出用電極 26, 27 を離間した状態で形成しておいたうえ、これらの検出用電極 26, 27 から出力されてくる検出信号の差動をとるようにしてもよい。なお、この時、中間部材 2 と接している振動体 3 それぞれの中間電極（図示省略）は基準電位であってもよいし、フローティング状態であってもよい。

#### 【0036】

すなわち、この第 3 の変形例構成にかかる振動子 25 では、他方側の振動体 3 の外表面上に一对の検出用電極 26, 27 が長手方向 X の一端側と他端側とに離間して形成されている。この時、検出用電極 26, 27 から出力されてくる座屈振動による信号は、圧電セラミック板 5 の分極方向と屈曲方向とが同じであるために同相となる。これに対し、検出用電極 26, 27 から出力されてくる 2 次屈曲振動による信号は、分極方向が同じであるものの、屈曲方向が逆向きであるために逆相となり、この 2 次屈曲振動による信号の逆相成分は、検出手段を構成する差動回路 14 によって検出される。

#### 【0037】

また、一方側の振動体 3 を励振用とし、かつ、他方側の振動体 3 を検出用とした振動ジャイロ 1 としては、図 10 で示すような第 4 の変形例構成にかかる振動子 30 を具備したものがあり、この振動子 30 では、他方側の振動体 3 を構成している圧電セラミック板 5 の長手方向 X に沿う略 1/2 ずつの範囲内ごとに分極方向が反転させられている。そして、この他方側の圧電セラミック板 5 における外表面上には検出用の全面電極 31 が形成されており、このような変形例構成であれば、電極構造が簡単であるため、コストダウンを実現しやすくなる。

#### 【0038】

この振動子 30 にあつては、他方側の振動体 3 を構成している圧電セラミック板 5 の長手方向 X に沿う略 1/2 ずつの範囲内ごとに分極方向が反転しており、かつ、その外表面上の一端側から他端側にかけて全面電極 31 が形成されている

ため、座屈振動による信号は振動子 3 0 の一端側と他端側とで逆相となり、互いに相殺される結果として出力されない。ところが、この際における 2 次屈曲振動による信号は、振動子 3 0 の一端側と他端側とで屈曲方向が逆となるため、同相となって検出用の全面電極 3 1 から出力されてくる。

#### 【 0 0 3 9 】

なお、これら第 3 及び第 4 の変形例構成における一方側の振動体 3 を構成している圧電セラミック板 5 は、その長手方向 X に沿う略 1 / 3 ずつの範囲内ごとで分極方向が反転させられたものであり、その外表面上には駆動用の全面電極 2 8 が形成されている。また、図 9 中の符号 1 4 は差動回路を示しており、図 9 及び図 1 0 中の符号 3 2 は検波回路及び D C アンプ、また、符号 3 3 は発振回路及び A G C 回路をそれぞれ示している。

#### 【 0 0 4 0 】

さらにまた、本実施の形態にかかる振動ジャイロ 1 は、自動車におけるナビゲーションシステムや車体制御システム、あるいは、ビデオカメラの手振れ補正などで利用される角速度センサー 3 5、つまり、図 1 1 で示すように、3 つの振動ジャイロ 1、3 6、3 7 がともに同一の平面上に配設されてなる角速度センサー 3 5 を構成する場合に使用される。すなわち、この角速度センサー 3 5 が備えている 2 つの振動ジャイロ 3 6、3 7 は、従来の形態と同様、配設された平面上の直交しあう 2 軸、つまり、その長手方向と一致する検出軸の各々を中心として作用する回転角速度をそれぞれ検出する構成とされている。

#### 【 0 0 4 1 】

これに対し、これらの振動ジャイロ 3 6、3 7 と同一の平面上に配設され、この平面と直交する垂直軸を中心として作用する回転角速度を検出する振動ジャイロ 1 は、実施の形態 1 で説明したような構成を有するものとなっている。このような全体構成とされた角速度センサー 3 5 では、取り付け平面と直交する垂直軸を中心として作用する回転角速度が振動ジャイロ 1 によって検出されるため、長手方向と一致する検出軸を中心として作用する回転角速度を検出する振動ジャイロ 3 6、3 7 と同様の振動ジャイロを使用しなくても済むこととなり、低背化が可能となる。

## 【 0 0 4 2 】

ところで、本発明の発明者は特開 2 0 0 0 - 3 0 4 5 4 6 号公報で開示された発明を出願しており、周縁部同士が固定された 2 枚の屈曲板を中空状態として重ね合わせた構成を採用すると、振動子と平行であって互いに直交しあった 2 軸を中心として作用する回転角速度の検出が可能であることを既に開示している。しかしながら、先の発明はあくまでも振動子と平行で直交しあう 2 つの検出軸周りに作用する回転角速度それぞれを検出するものであるに過ぎず、実装基板 1 1 と平行に配設された振動ジャイロ 1 の振動子 4 そのものと直交する軸、つまり、取り付け平面に対する垂直軸を中心として作用する回転角速度を検出する本発明とは構成及び作用が異なる。

## 【 0 0 4 3 】

(実施の形態 2)

図 1 2 は実施の形態 2 にかかる振動ジャイロの駆動検出回路をも含んだ要部構成を示す説明図、図 1 3 は振動子の製造工程を示す説明図であり、図 1 4 ~ 図 1 8 のそれぞれは、実施の形態 2 にかかる振動ジャイロの第 1 ~ 第 5 の変形例構成を示す説明図である。

## 【 0 0 4 4 】

実施の形態 2 にかかる振動ジャイロの全体構成は、振動子 4 0 を構成している振動体 4 1 のそれぞれがバイモルフ構造とされている点を除くと、図 1 で示した実施の形態 1 にかかる振動ジャイロ 1 と基本的に異ならないので、ここでの詳しい説明は省略する。なお、説明の都合上から必要がある場合には、図 1 2 ~ 図 1 8 において、図 1 ~ 図 1 1 と同一または相当する部品、部分に同一符号を付すこととする。

## 【 0 0 4 5 】

本実施の形態にかかる振動ジャイロは、長手方向 X の両端部が金属製の中間部材 2 を介して固定され、その中央部同士が対向しあって配置された一対の矩形板状の振動体 4 1 からなる振動子 4 0 を具備しており、この際における振動体 4 1 のそれぞれは、長手方向 X に沿う略 1 / 3 ずつの範囲内ごとの分極方向（図中、矢印で示す）が反転させられ、かつ、互いの分極方向が逆方向とされた一対の圧

電セラミック板 42, 43 を対面接合してなるバイモルフ構造を有している。

#### 【0046】

すなわち、これら振動体 41 の各々は、その長手方向 X の両端部が中間部材 2 を介して固定されあつたものであり、振動子 40 の外側位置に配置された圧電セラミック板 42 の外表面上には駆動用電極 44 と検出用電極 45 とが長手方向 X の一端側と他端側とに離間した状態で形成されている。その一方、振動子 40 の内側位置に配置された圧電セラミック板 43 の外表面上には、中間電極となる全面電極 46 が形成されている。なお、これらの全面電極 46 は中間部材 2 と接触しあつており、同電位であるが、フローティング状態となっている。当然のことながら、基準電位と接続されていてもよい。

#### 【0047】

そして、振動子 40 の内側位置に配置された圧電セラミック板 43 同士 of 中央部間には、振動体 3 それぞれの座屈振動、つまり、その厚み方向 Y と一致したうゑで逆方向に向かつて座屈振動する各振動体 41 の座屈振動を可能とする中空部 7 が形成されている。

#### 【0048】

ところで、このような構成とされた振動子 40、つまり、バイモルフ構造とされた振動体 41 を対向配置してなる振動子 40 である場合には、図 13 で製造工程の途中過程を示すように、多数の振動子 40 となる半製品 48 を用意しておいたうゑ、この半製品 48 をカットライン C に従つて切断することにより多数の振動子 40 を一括的に作製し得るという利点が確保される。なお、この際における中間部材 49 は、一方側の振動体 41 となる部材の片側部分を削り込んで一体的に形成されたものであつてもよい。

#### 【0049】

また、バイモルフ構造の振動体 41 が対向配置されてなる振動子 40 は、その全体が各振動体 41 の厚み方向 Y に沿う両端開放の 2 次屈曲振動が可能な構成、つまり、各振動体 41 の短手方向 Z と一致する軸（検出軸）を中心として作用する回転角速度を検出することが可能とされている。この時、具体的には、長手方向 X に沿つて存在する 2 次屈曲振動の 3 つのノード点のうちの両端部に位置する



ノード点付近それぞれが、実装基板上で支持された構成を有している。さらに、この際における 2 次屈曲振動の共振周波数は、座屈振動の周波数と互いに近接させられている。

#### 【0050】

さらにまた、振動子 40 が搭載される実装基板の表面上には、この振動子 40 の駆動手段として振動体 41 のそれぞれを逆向きに座屈振動させる和動回路 12 及び A G C 回路 13 と、2 次屈曲振動の大きさを検出する検出手段として機能する差動回路 14、検波回路 15、D C アンプ 16 とが配設されている。そして、駆動手段である A G C 回路 13 は各振動体 41 の駆動用電極 44 と接続される一方、和動回路 12 及び差動回路 14 のそれぞれは各振動体 41 の検出用電極 45 と各別に接続されており、D C アンプ 16 からは検出された 2 次屈曲振動の大きさに基づく信号が出力されることになっている。

#### 【0051】

実施の形態 2 にかかる振動ジャイロは以上説明したような構成であるため、実施の形態 1 にかかる振動ジャイロ 1 と同様の動作を行うこととなり、同様の作用を奏する。ところで、本実施の形態にかかる振動ジャイロが、以下に説明する第 1～第 5 のような各種の変形例構成とされたものであってもよい。

#### 【0052】

まず、本実施の形態における振動体 41 の各々では、外側位置に配置される圧電セラミック板 42 の外表面上に対して駆動用電極 44 及び検出用電極 45 を形成しているが、図 14 で示す第 1 の変形例構成にかかる振動子 50 のように、駆動用及び検出用である全面電極 51 を形成してもよい。また、図 15 で示す第 2 の変形例構成にかかる振動子 55 のように、内側位置に配置された圧電セラミック板 43 の外表面上に形成された中間電極である全面電極 46 を、外側位置に配置された圧電セラミック板 42 の外表面上にまで回り込ませたうえ、基準電位に落として駆動する構成としてもよい。

#### 【0053】

さらに、図 16 で示す第 3 の変形例構成にかかる振動子 56 のように、外側に位置する圧電セラミック板 42 それぞれの分極方向を同一としたうえ、一方側の

圧電セラミック板 42 の外表面上に一对の検出用電極 57, 58 を長手方向 X の一端側と他端側とに離間した状態で形成し、かつ、他方側の圧電セラミック板 42 の外表面上に駆動用の全面電極 59 を形成してもよい。この時、中間部材 2 と接している中間電極 46 は、同電位の導通状態でありながらも、フローティング状態となる。

#### 【0054】

さらにまた、図 17 で示す第 4 の変形例構成にかかる振動子 60 のように、外側位置に配置される圧電セラミック板 42 の外表面上に駆動用電極 61 と検出用電極 62 とを長手方向 X の一端側と他端側とに離間した状態で形成し、かつ、振動子 60 の一方側の端面上に端面電極 63 を形成してもよい。あるいは、図 18 で示す第 5 の変形例構成にかかる振動子 65 のように、一方側の振動体 41 を構成する圧電セラミック板 42 の外表面上に一对の検出用電極 66, 67 を離間した状態で形成し、かつ、他方側の振動体 41 を構成する圧電セラミック板 42 の外表面上に駆動用の全面電極 68 を形成するとともに、振動子 65 の一方側の端面上に端面電極 69 を形成した構成とすることも可能である。

#### 【0055】

これら第 4 及び第 5 の変形例構成とされた振動ジャイロにあっては、外側に位置する圧電セラミック板 42 それぞれの分極方向が逆方向とされており、中間部材 2 と接している中間電極 46 が同電位の導通状態であり、かつ、基準電位に落とされるか、駆動電圧の反転信号が供給されることになっている。なお、以上説明した実施の形態 2 にかかる振動ジャイロを使用することによっても、実施の形態 1 の場合と同様の角速度センサー 35 が構成される。

#### 【0056】

##### 【発明の効果】

本発明にかかる振動ジャイロは、座屈振動する一对の矩形板状の振動体からなり、かつ、全体的には振動体の厚み方向へと向かう両端開放の 2 次屈曲振動が可能な振動子を具備している。そして、この際における 2 次屈曲振動の共振周波数は、座屈振動の周波数と近接させられている。

#### 【0057】

この振動ジャイロであれば、各振動体の短手方向と一致する検出軸、つまり、振動子が配設された平面と直交する検出軸を中心として作用する回転角速度の検出が可能となり、この検出軸と一致している方向における振動子の高さは低くて済む。従って、振動ジャイロの低背化を容易に実現でき、その結果として平面上に配設された他の部品よりも振動ジャイロが突出することを有効に防止できるという効果が得られる。

#### 【0058】

本発明にかかる角速度センサーでは、同一平面上に配設された3つの振動ジャイロのうちの2つが平面上の互いに直交しあう2軸、つまり、その長手方向と一致する検出軸の各々を中心として作用する回転角速度を検出するものであり、他の1つが平面と直交する垂直軸を中心として作用する回転角速度を検出するものとされている。そして、この振動ジャイロが低背化されたものであるため、角速度センサー自体も低背化されることとなり、この角速度センサーが他の部品よりも突出することが有効に防止されるという効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

実施の形態1にかかる振動ジャイロの全体構成を示す斜視図である。

##### 【図2】

実施の形態1にかかる振動ジャイロが具備している振動子の全体構成を示す斜視図である。

##### 【図3】

駆動検出回路をも含んだ実施の形態1にかかる振動ジャイロの要部構成を示す説明図である。

##### 【図4】

実施の形態1にかかる振動ジャイロの動作を模式化して示す平面図である。

##### 【図5】

振動子における座屈振動の周波数と2次屈曲振動の共振周波数との関係を示す説明図である。

##### 【図6】

実施の形態 1 にかかる振動子の第 1 の変形例構成を示す斜視図である。

【図 7】

実施の形態 1 にかかる振動子の第 2 の変形例構成を示す平面図である。

【図 8】

駆動検出回路をも含んだ第 2 の変形例構成にかかる振動ジャイロの要部構成を示す説明図である。

【図 9】

駆動検出回路をも含んだ第 3 の変形例構成にかかる振動ジャイロの要部構成を示す説明図である。

【図 1 0】

駆動検出回路をも含んだ第 4 の変形例構成にかかる振動ジャイロの要部構成を示す説明図である。

【図 1 1】

実施の形態 1 にかかる振動ジャイロを備えて構成された角速度センサーの要部構成を示す説明図である。

【図 1 2】

実施の形態 2 にかかる振動ジャイロの駆動検出回路をも含んだ要部構成を示す説明図である。

【図 1 3】

振動子の製造工程を示す説明図である。

【図 1 4】

実施の形態 2 にかかる振動子の第 1 の変形例構成を示す平面図である。

【図 1 5】

駆動検出回路をも含んだ第 2 の変形例構成にかかる振動ジャイロの要部構成を示す説明図である。

【図 1 6】

駆動検出回路をも含んだ第 3 の変形例構成にかかる振動ジャイロの要部構成を示す説明図である。

【図 1 7】

駆動検出回路をも含んだ第 4 の変形例構成にかかる振動ジャイロの要部構成を示す説明図である。

【図 1 8】

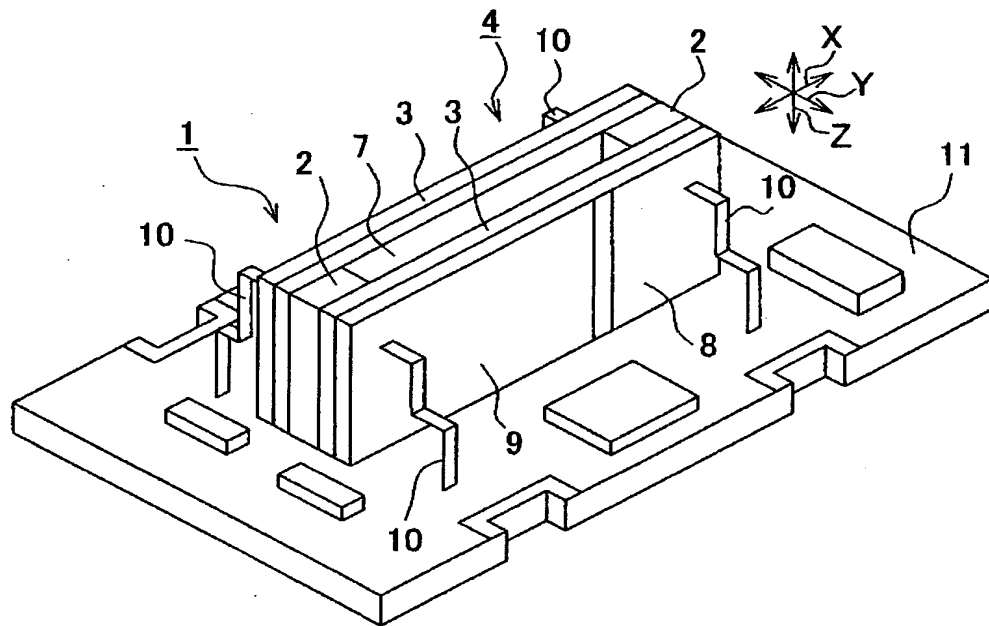
駆動検出回路をも含んだ第 5 の変形例構成にかかる振動ジャイロの要部構成を示す説明図である。

【符号の説明】

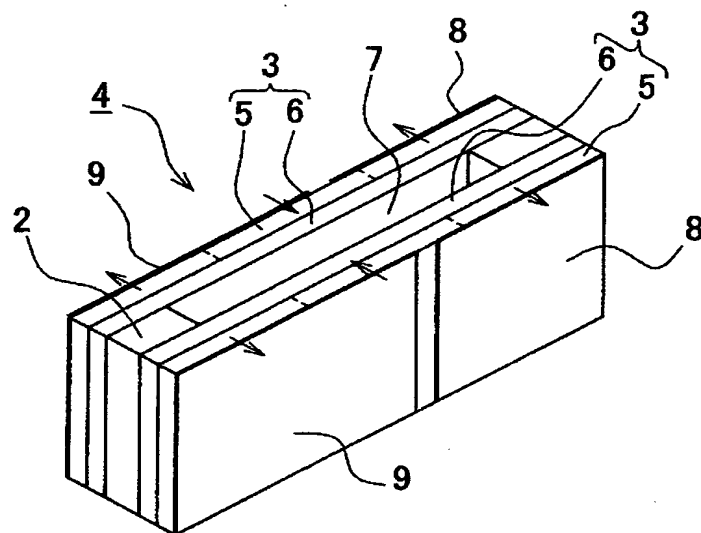
- 1      振動ジャイロ
- 2      中間部材
- 3      振動体
- 4      振動子
- 1 2     和動回路（駆動手段）
- 1 3     A G C 回路（駆動手段）
- 1 4     差動回路（検出手段）
- 1 5     検波回路（検出手段）
- 1 6     D C アンプ（検出手段）

【書類名】 図面

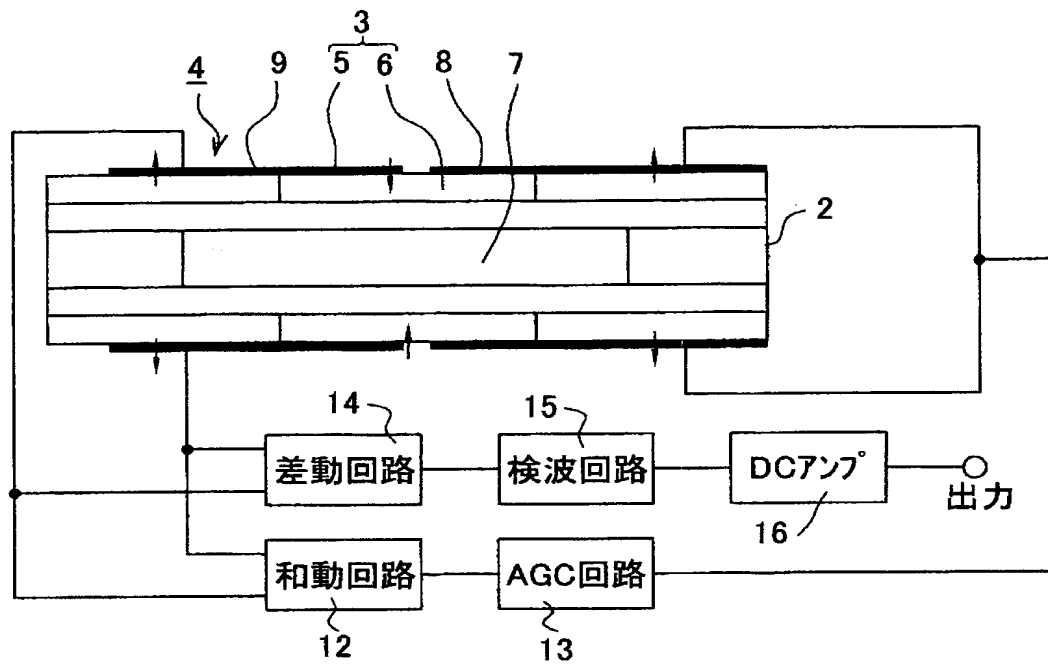
【図 1】



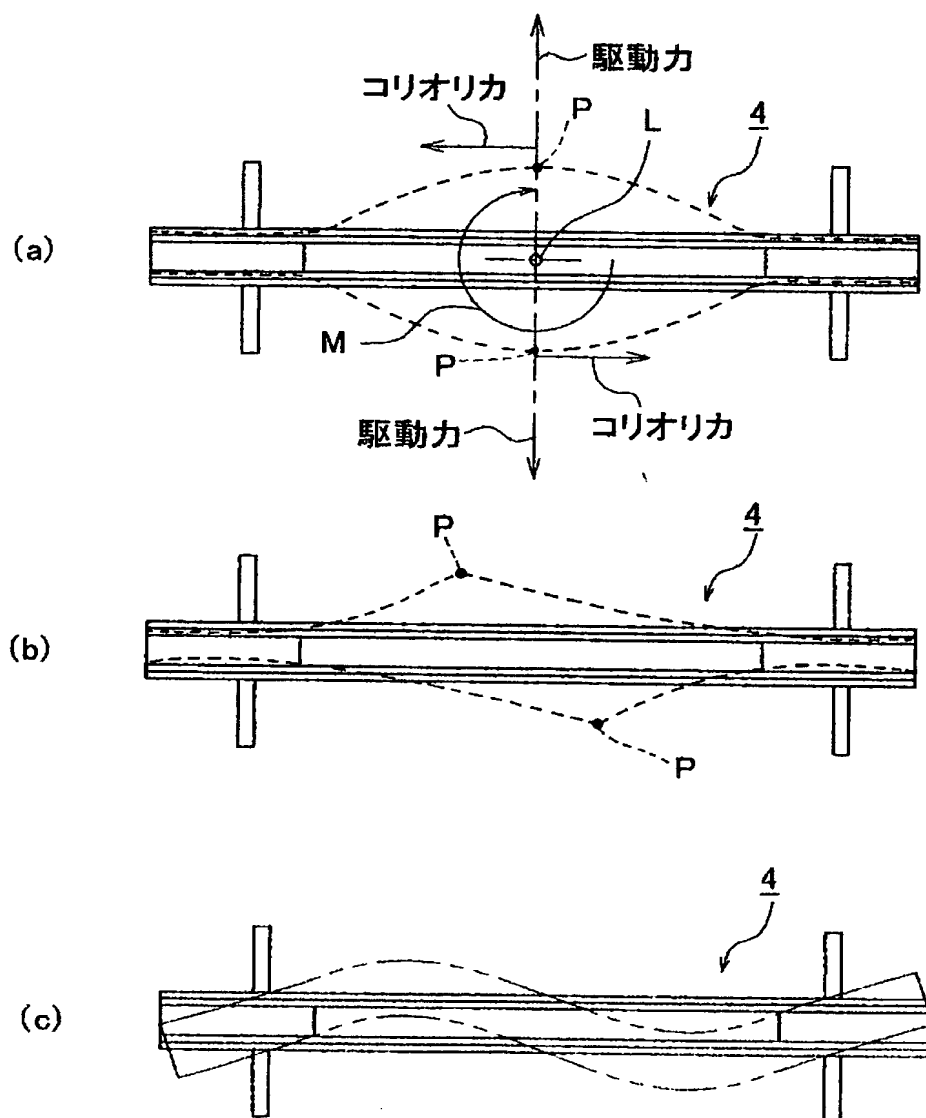
【図 2】



【図 3】

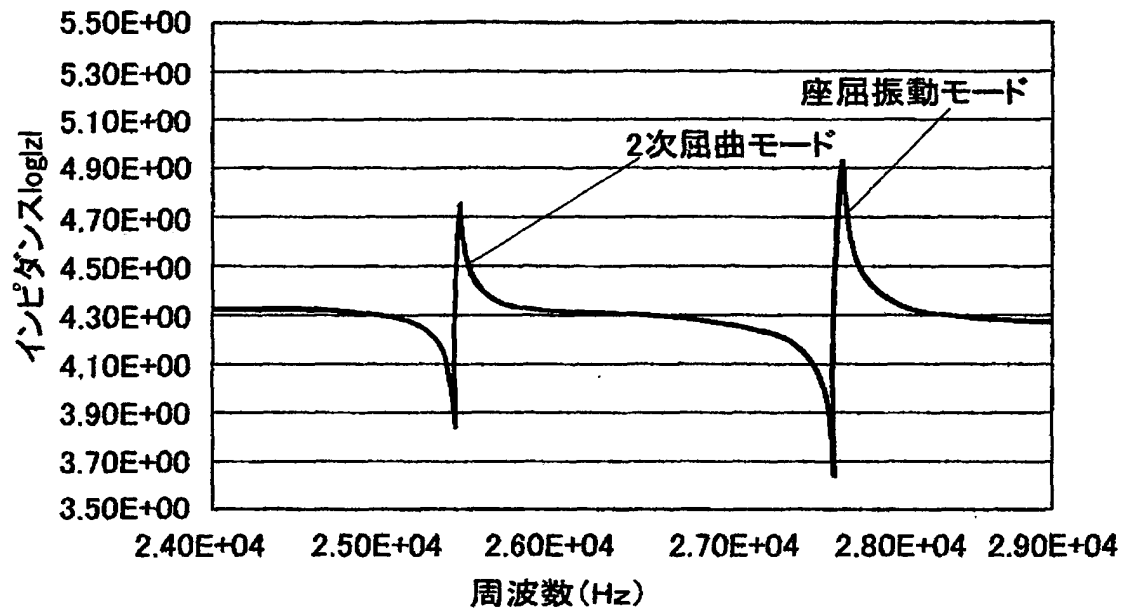


【図 4】

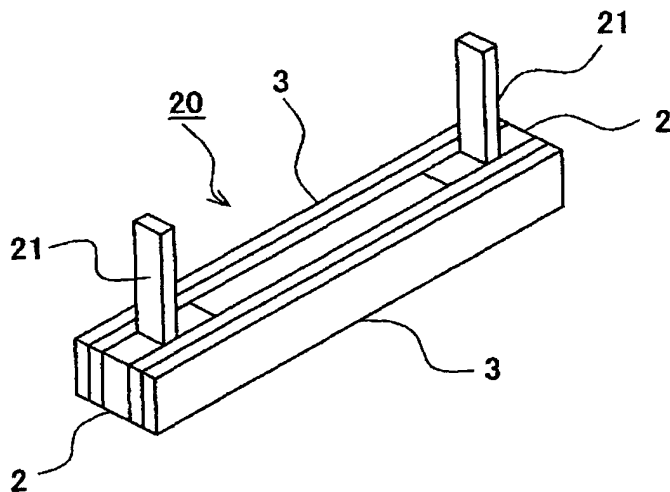




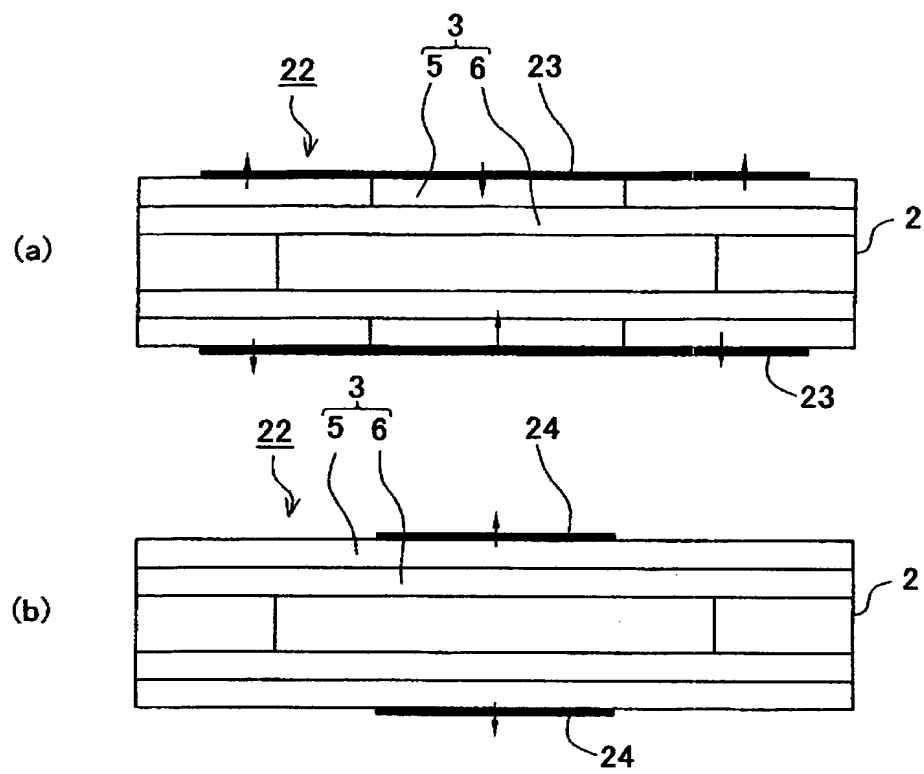
【図 5】



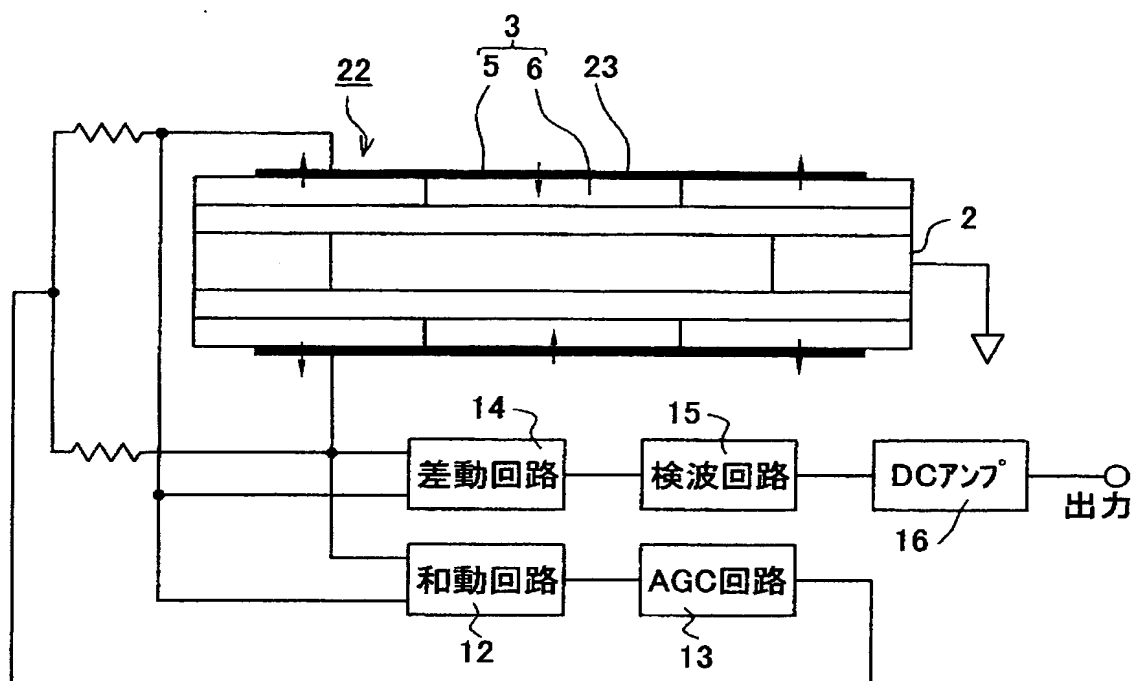
【図 6】



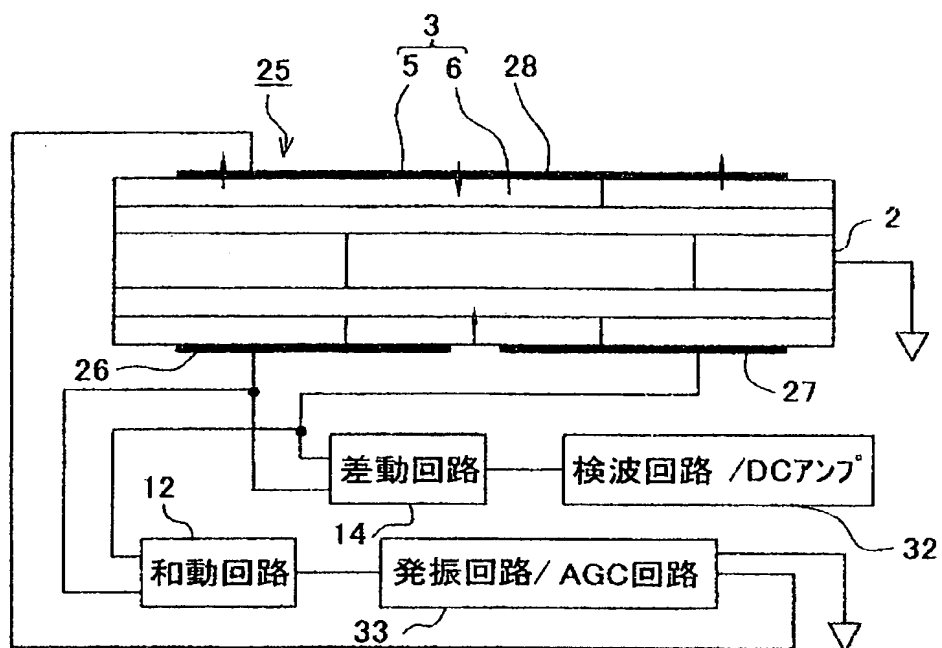
【図 7】



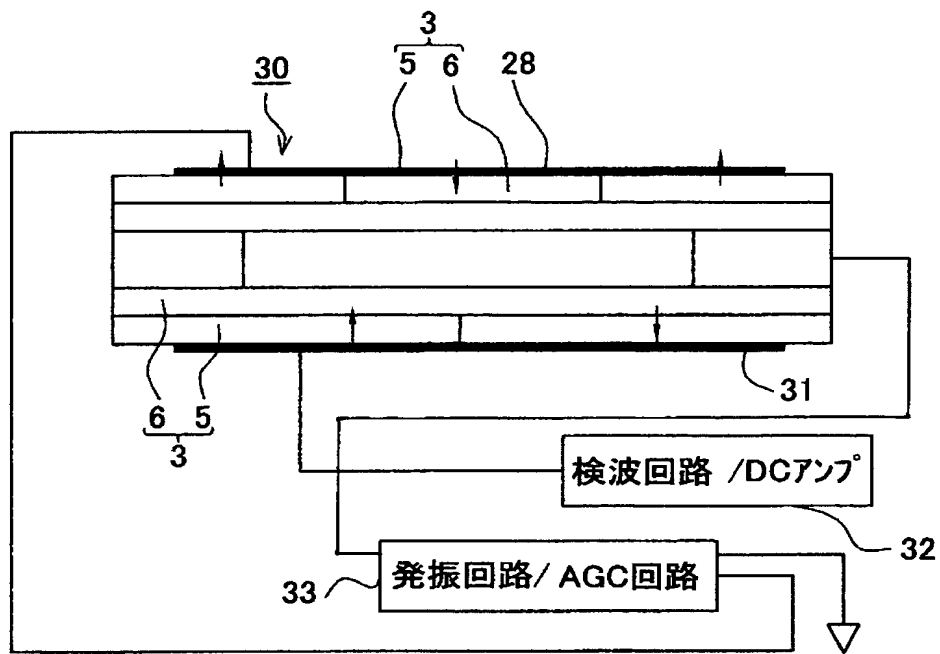
【図 8】



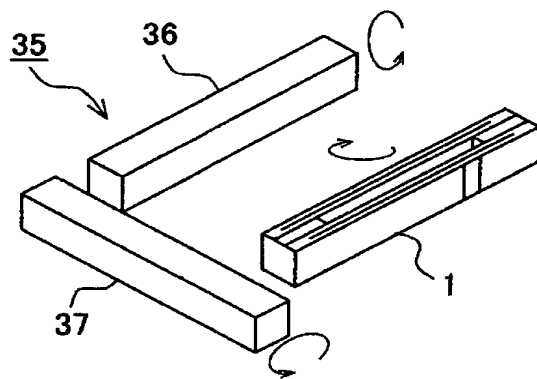
【図 9】



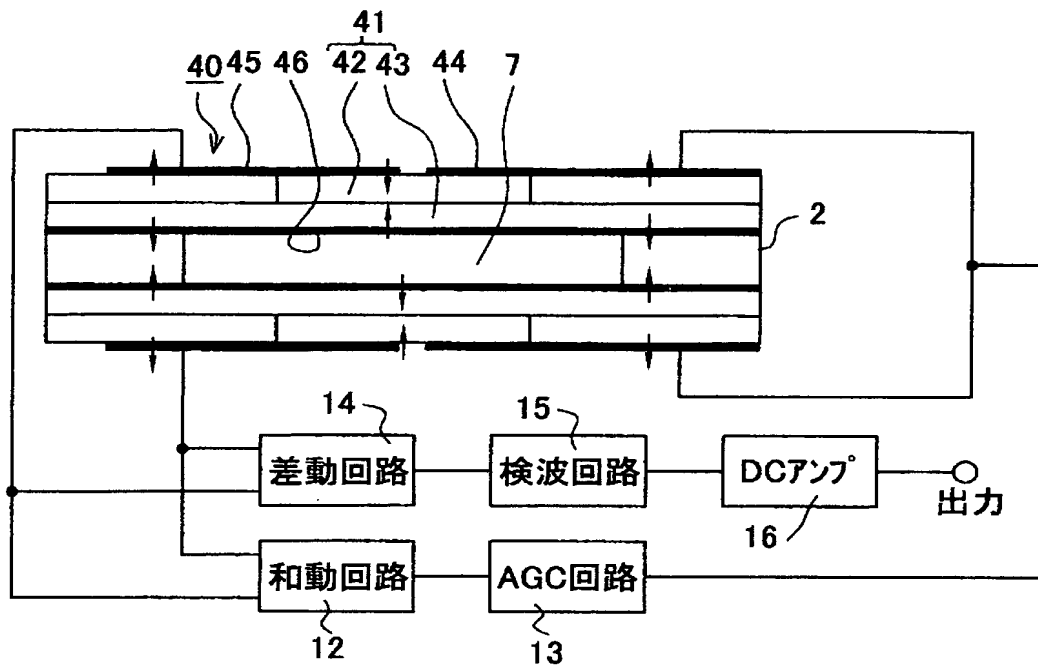
【図 10】



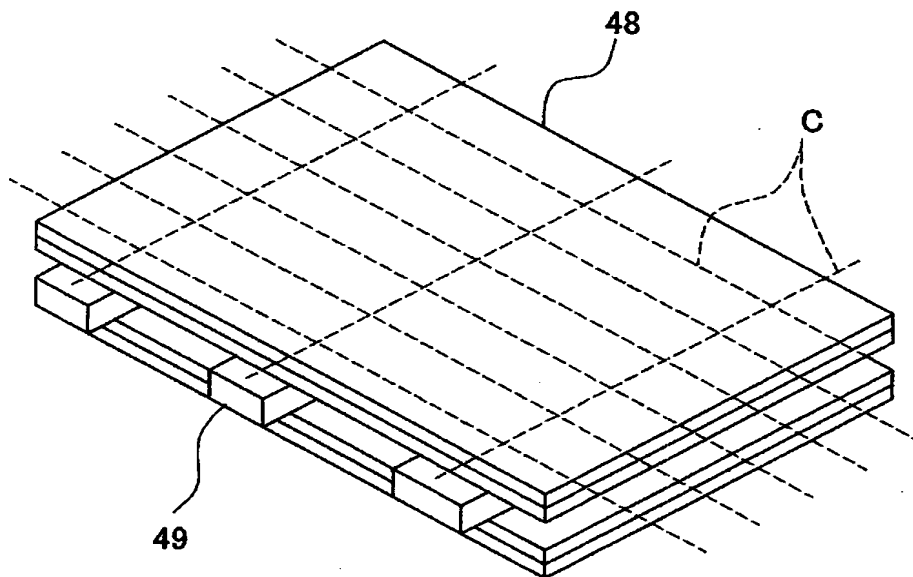
【図 11】



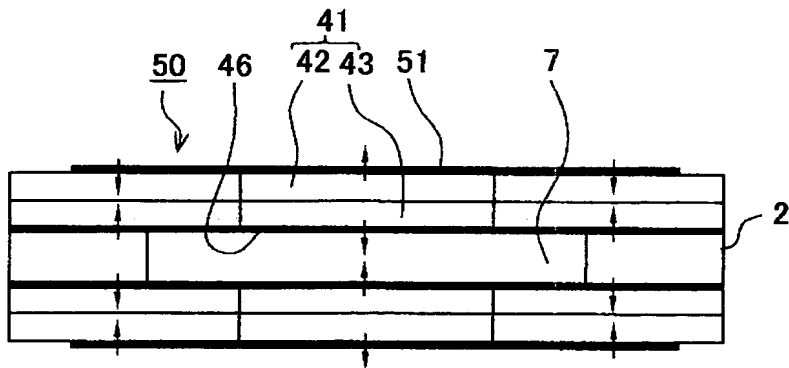
【図 12】



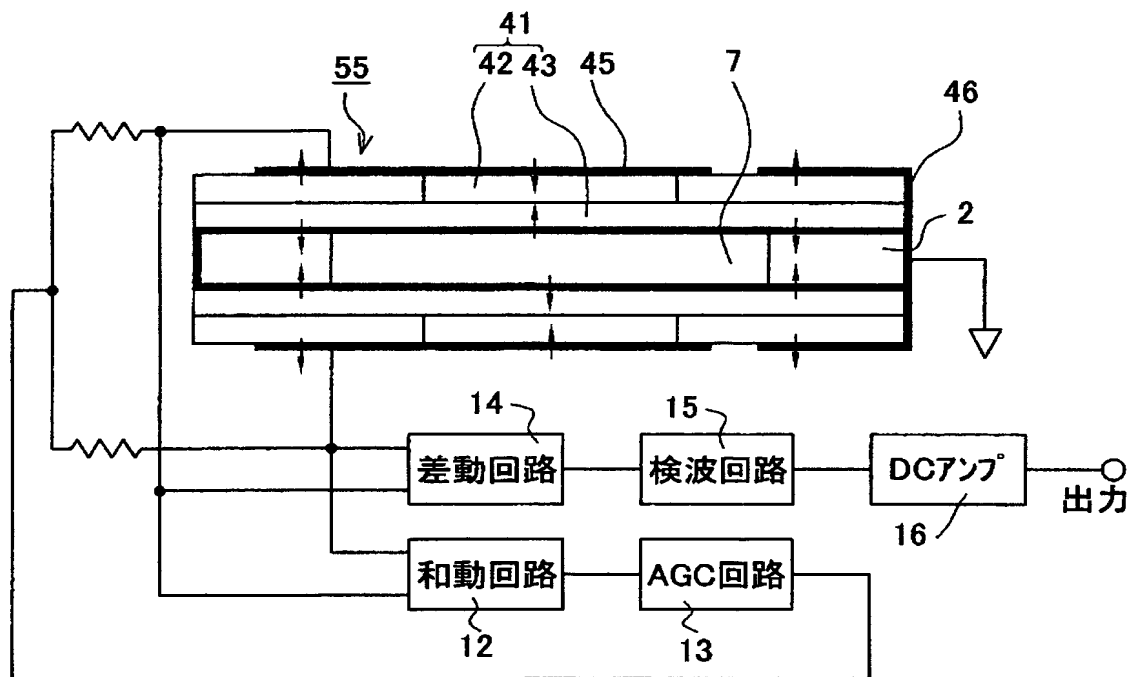
【図 13】



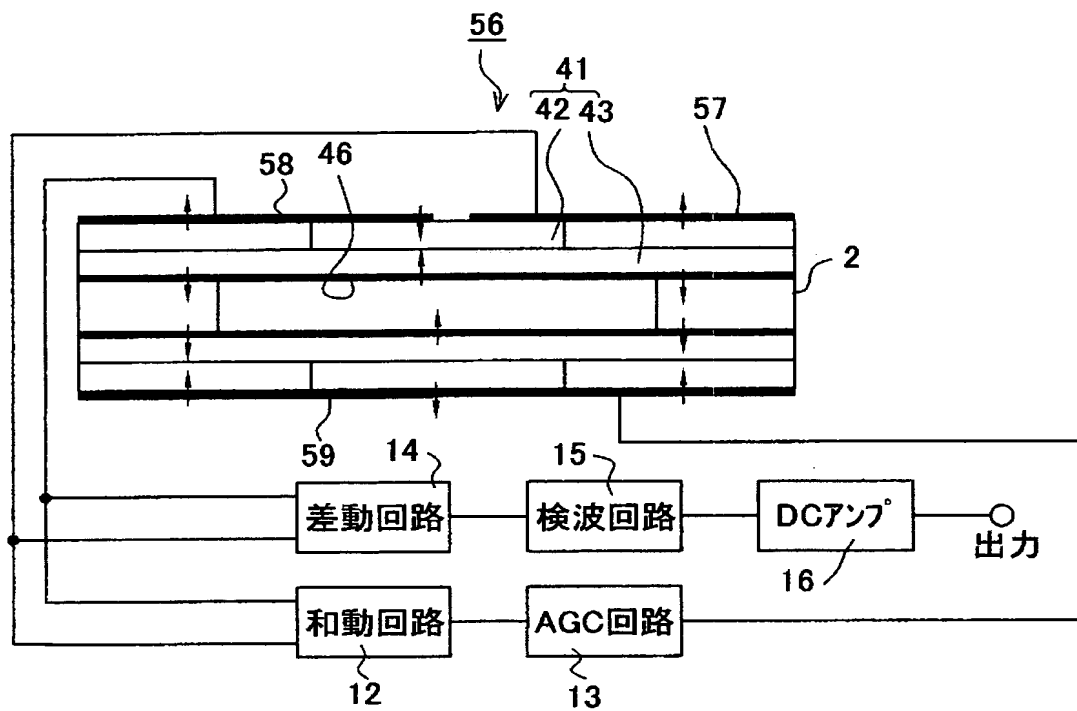
【図 14】



【図 15】

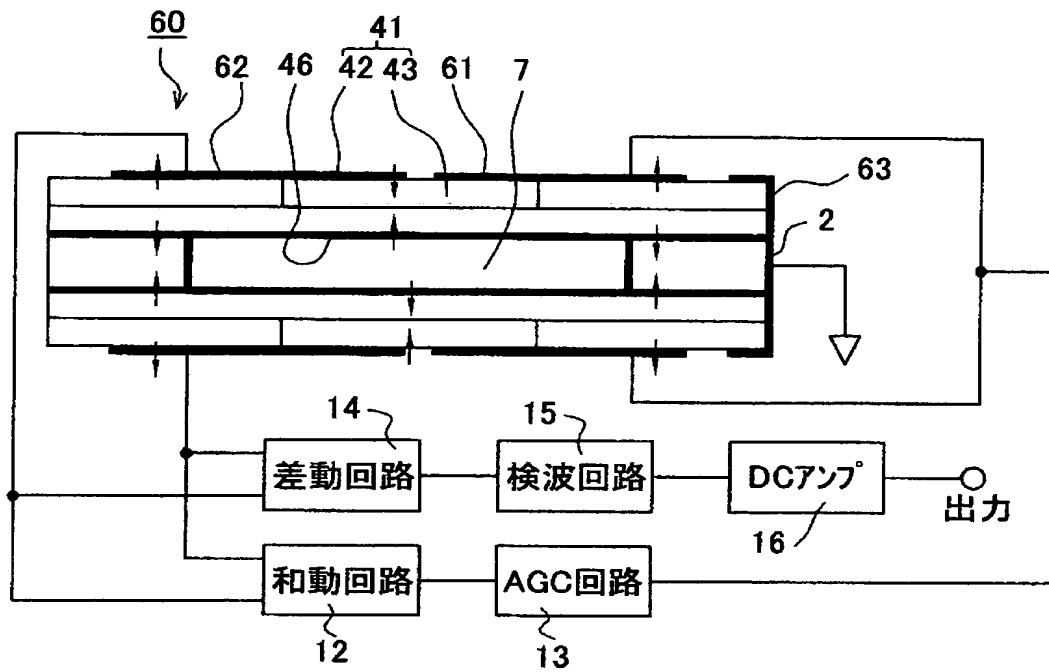


【図 16】

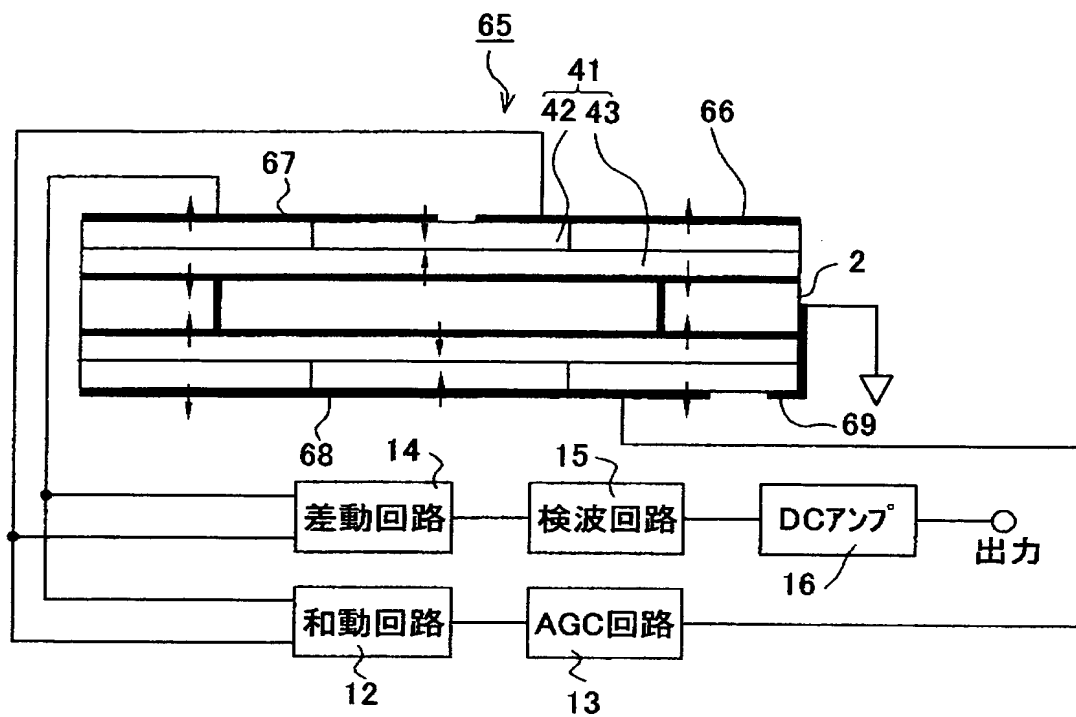




【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低背化を実現することが可能な振動ジャイロと、この振動ジャイロを備えて構成された角速度センサーとを提供する。

【解決手段】 本発明にかかる振動ジャイロ 1 は、長手方向の両端部が中間部材 2 を介して厚み方向に固定された一対の矩形板状の振動体 3 からなり、全体的には前記振動体 3 の厚み方向への両端開放の 2 次屈曲振動が可能な構成として支持された振動子 4 と、前記振動体 3 のそれぞれを逆方向へと座屈振動させる駆動手段 1 2、1 3 と、前記振動子 4 の 2 次屈曲振動の大きさを検出する検出手段 1 4、1 5、1 6 とを具備しており、前記 2 次屈曲振動の共振周波数は前記座屈振動の周波数と近接させられていることを特徴とする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 1 2 4 0 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 2 3 1 ]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年    8 月 2 8 日

[ 変 更 理 由 ]

新 規 登 録

住    所

京 都 府 長 岡 京 市 天 神 二 丁 目 2 6 番 1 0 号

氏    名

株 式 会 社 村 田 製 作 所